

ИЗУЧЕНИЕ И РЕАБИЛИТАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ

УДК 630* 114 (477.83 – 751.2)

О. И. Леневиц, О. Г. Марискевич

Национальная академия наук Украины. Институт экологии Карпат, г. Львов, Украина

ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА БУРЫЕ ЛЕСНЫЕ ПОЧВЫ НПП «СКОЛЕВСКИЕ БЕСКИДЫ» (УКРАИНСКИЕ КАРПАТЫ)

В статье рассмотрены некоторые физические, физико-химические и биотические свойства бурых лесных почв в пределах зоны кратковременного отдыха на территории национального природного парка «Сколевские Бескиды» (Украинские Карпаты). Установлено влияние рекреационной нагрузки на формирование троп, запасы подстилки и ее фракционный состав; плотность, общую пористость и водопроницаемость, а также некоторые показатели биотической активности 0–5 см слоя бурых лесных почв. Предложено использование показателя водопроницаемости почв для определения стадий рекреационной дигрессии в лесных экосистемах горных территорий.

➤ **Ключевые слова:** рекреационное влияние, лесные экосистемы, бурые лесные почвы, физические, физико-химические и биотические свойства почвы, Украинские Карпаты.

Введение

Отдых в лесу становится все более популярным, но если для человека, освобождающегося от физической и эмоциональной усталости, он только полезен, то для лесной экосистемы рекреационное влияние является фактором, влияющим практически на все ее компоненты, что вызывает экологический ущерб [1].

Вследствие возрастающего рекреационного воздействия наряду с растительностью, одним из компонентов лесных экосистем, особо чувствительных к этому типу антропогенного влияния, является почва. Многочисленные исследования показали, что, в первую очередь, изменения происходят в органогенном горизонте почвы – подстилке: уменьшается ее мощность, запасы и изменяется фракционный состав [2–5], что, в свою очередь, сопровождается последующими или параллельными ухудшениями физических, физико-химических и биотических свойств минеральных горизонтов почвы [6–11]. Изучать происходящие изменения крайне важно, поскольку познать механизм рекреационного воздействия на лес можно избежать отрицательных последствий на лесную экосистему в целом.

Объекты и методы исследования

В статье рассматриваются результаты исследования, проведенного на территории национального природного парка «Сколевские Бескиды» (далее – НПП «Сколевские Бескиды»), который локализован в Сколевском районе Львовской области (северо-восточный макросклон Украинских Карпат).

Пробные площади были заложены в пределах зоны кратковременного отдыха «Павлов поток» НПП «Сколевские Бескиды» общей площадью 1,5 га (координаты N 49°02'72", E 23°30'61", 450 м над уровнем моря). 20% площади этой зоны занимает пихтово-елово-буковый лес, в кустарниковом ярусе которого доминируют черника (*Vaccinium myrtillus* L.), малина (*Rubus idaeus* L.). В его травяном ярусе распространены подорожник большой (*Plantago major* L.), ежевика лесная (*Luzula sylvatica* (Huds.) Gaudin), кислица обычная (*Oxalis acetosella* L.) апозерис вонючий (*Aposeris foetida* (L.) Less.), земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea submillefolium* Klok. et Kutzka). Моховое покрытие составляет около 10% от площади исследуемых участков. Почвенный покров территории сформирован бурыми кислыми почвами на элюво-делювии карпатского флиша.

Зона кратковременного отдыха «Павлів поток» находится в близости от водоемов (р. Опир и искусственного озера) в пределах г. Сколе, что способствует привлечению значительного количества отдыхающих, особенно в весенне-летний период. Через ее территорию проходит несколько туристических маршрутов и эколого-познавательных троп НПП «Сколевские Бескиды». В выходные дни количество отдыхающих может достигать 200–250 человек.

Целью данной работы была оценка рекреационного влияния на гумусово-аккумулятивный горизонт почвы (0–5 см) бурых лесных кислых почв в пределах лесной части зоны краткосрочного отдыха «Павлив поток».

Для выделения стадий рекреационного воздействия в лесных экосистемах было использовано подходы Л. О. Карпачевского [2], а также Р. Предкого [12], который используется для нормирования туристических потоков на территории маршрутов в одном из горных национальных парков Польши в Западных Бещадах. Перечень параметров включает ширину троп, отсутствие/наличие качественных и количественных изменений растительности, наличие дополнительных/параллельных троп. Применение предложенных подходов дает возможность оценить степень рекреационно-туристического влияния на конкретную зону отдыха в пределах НПП «Сколевские Бескиды».

Отбор проб осуществляли следующим образом: образцы подстилки и гумусово-аккумулятивного горизонта почвы (глубина отбора до 5 см) отбирали в пределах лесной части рекреационного участка на двух основных тропах шириной от 0,7 до 1,5 м в их нижней и верхней частях (соответственно участки №№ 1 и 2). Кроме того, с целью оценки масштабов рекреационного воздействия были отобраны образцы по краям троп на расстоянии 0,25–0,35 м (соответственно №№ 1а, 2а). В качестве контроля был выбран участок пихтово-елово-букового леса без визуально видимого рекреационного воздействия, расположенный рядом с зоной отдыха.

Изучение рекреационной нагрузки на почвенный покров проводилось в полевых и лабораторных условиях. Для определения запасов лесной подстилки на исследуемых тропах и в контроле использовали шаблон размером 0,25 × 0,25 м (5-кратная повторность). В лабораторных условиях отобранные пробы лесной подстилки высушивали до воздушно-сухого состояния и взвешивали. После этого подстилку разделяли по фракциям (хвоя, листья, ветки, плоды и детрит) и определяли вес каждой фракции [13]. Зольность подстилки определяли методом сухого сжигания.

Определение физических и физико-химических свойств почв проводили за общепринятыми в почвоведении методикам: плотность – методом режущего кольца, плотность твердой фазы – пикнометрическим, общую пористость – расчетным методами [14]. В полевых условиях определяли водопроницаемость почвы методом трубок при использовании трубок диаметром 6 см и высотой 13 см. Содержание органического углерода в почве определяли за Никитиным [15], актуальную кислотность – потенциометрически.

Для изучения ферментативной активности почвы свежесобранные образцы просеивали через сито диаметром 3 мм для отделения щебня, корней растений и неразложившихся остатков, после чего его хранили в полиэтиленовых пакетах при +4 °С не более 10 дней с момента отбора [16]. Активность уреазы определяли колориметрически с 3% раствором мочевины и количественным определением аммиака с реактивом Несслера в мг NH₃ на 1 г почвы за 24 часа [17], каталазы – газометрически с 3% раствором перекиси водорода в см³ O₂ на 1 г почвы за 1 минуту [18], продуцирования углекислого газа [19].

Результаты и их обсуждение

Запас, фракционный состав лесной подстилки и скорость ее разложения в лесных экосистемах Украинских Карпат зависят от многих факторов, среди которых наиболее важными являются состав, полнота и возраст древостоя, его местонахождение (зонально-климатическое), положение в рельефе, которые определяют основные показатели функционирования почвенной биоты [20, 21]. Об этом также свидетельствуют результаты исследований, проведенных в буковых лесах Кавказа, которые находятся под влиянием рекреационного воздействия [22]. В частности, установлено, что запас подстилки находится в зависимости от типа букового биогеоценоза, структуры его древостоя, в обратной параболической зависимости от стадий рекреационной дигрессии, а также прямой линейной зависимости от сомкнутости древесного полога. Показатель массы лесной подстилки может выступать в роли индикатора степени рекреационной нарушенности во всем диапазоне варьирования удельного веса почвы.

Установлено, что под влиянием рекреационной нагрузки в пределах лесной части зоны кратковременного отдыха «Павлив поток» формируются тропы шириной от 0,7 до 1,9 м, которые покрыты подстилкой. За критериями степени деградации природного окружения туристических троп [12], исследованные тропы соответствуют II категории (малоизмененные).

На исследованных участках установлено уменьшение мощности и запасов лесной подстилки, а также изменение ее фракционного состава по сравнению с контролем (табл. 1). Также имеют место отличия между верхней и нижней частями троп: на участке № 2 толщина подстилки составляет 0,8 см с запасом 1,64 кг/м², тогда как на участке № 1 установлено возрастание величины показателей за счет

смыва и выдувания ветром с верхней части склона, в частности возрастание запасов подстилки примерно в полтора раза.

Таблица 1

Характеристика подстилки пихтово-елово-букового леса в пределах пробных участков зоны кратковременного отдыха «Павлив поток» (Украинские Карпаты)

Пробные участки, №	Мощность, см	Запасы, кг/м ²	Зольность, %
Нижняя часть троп, 1	1,2±0,1	2,39±0,12	16,5±1,7
Верхняя часть троп, 2	0,8±0,1	1,64±0,07	18,2±4,1
Нижние края троп, 1а	4,3±0,3	2,17±0,93	10,8±1,4
Верхние края троп, 2а	3,9±0,4	3,09±0,81	7,5±1,9
Контроль	4,8±0,3	2,97±0,62	9,6±2,8

Исследования, проведенные О. Е. Марфениной [4] в ельниках Украинских Карпат показали, что рекреационное воздействие сопровождается не только снижением запасов подстилки, но и изменением ее фракционного состава даже при неизменном составе древостоя. Перераспределение запасов подстилки наблюдалось, в первую очередь, в пределах троп, поскольку обычно там формируются валики подстилки, расположение и размеры которых зависят от совокупности таких факторов, как рельеф местности, запас подстилки, ширины тропы и ее ориентации, величины рекреационной нагрузки и продолжительности ее действия. Рекреационная нагрузка также увеличивает зольность подстилки на основных тропах примерно в 2 раза, что обусловлено исключением из площади наиболее калорийной фракции подстилки – мелких веток и плодов [7].

Определение фракционного состава лесных подстилок на исследованных участках в пределах зоны кратковременного отдыха «Павлив поток» показало, что по сравнению с контролем на тропах уменьшается доля листьев бука и возрастает содержание хвои (рис. 1). От общего запаса подстилки, содержание фракции хвойного опада на тропах занимает больше 50%, что примерно в 2 раза превышает аналогичный показатель на контрольном участке. Низкий процент лиственного опада на основных тропах (4–9%) в значительной степени обусловлен его механическим размельчением рекреантами вследствие вытаптывания. Также установлено возрастание доли лиственного опада по краям троп на 14%. На исследованных участках не установлено резких изменений в содержании фракций веток и плодов, хотя на основных тропах эти показатели несколько ниже, чем по краям троп и на контроле (рис. 1).

В общем фракционном составе подстилки исследованных участков доля фракции детрита на тропах составляет 18–19%, что превышает его содержание в контроле. По видимому, это может быть обусловлено уменьшением фракции лиственного опада, который легче поддается механическому разрушению отдыхающими.

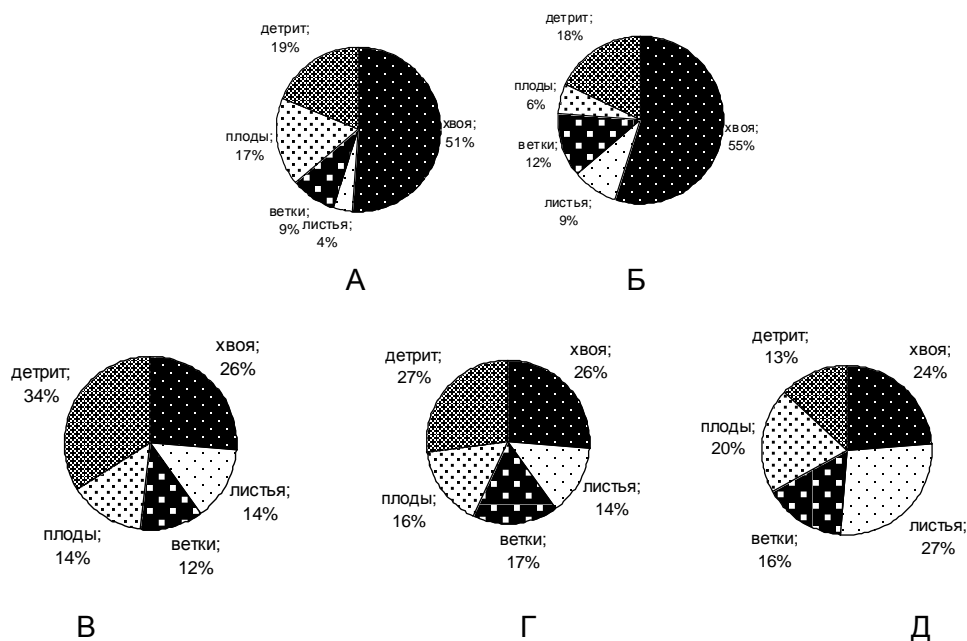


Рисунок 1 – Фракционный состав лесной подстилки в пределах зоны кратковременного отдыха «Павлив поток»: А – нижняя часть троп, № 1; Б – верхняя часть троп, № 2; В – края нижней части троп, № 1а; Г – края верхней части троп, № 2а; Д – контроль (пихтово-елово-буковый лес)

В общем, показатели плотности и плотности твердой фазы почв зависят от их минералогического и механического состава, а также содержания органического вещества [23]. Рекреационное воздействие на почву в первую очередь проявляется в ее уплотнении. Наиболее сильно почва уплотняется после значительного разрушения амортизирующего слоя подстилки на тропах, что было выявлено для бурых лесных кислых почв в ельниках [8]. В нашем исследовании также установлено увеличение плотности 0–5 см слоя гумусово-аккумулятивного горизонта почвы на тропах почти в полтора раза по сравнению с контролем (с 0,96 до 1,39 г/см³). В тоже время показатели плотности твердой фазы более выровненные: их величина на краях троп (№№ 1а, 1б) находится примерно на одном уровне с контролем, тогда как в пределах троп он увеличивается незначительно (табл. 2).

Таблица 2

Физические свойства 0–5 см слоя гумусово-аккумулятивного горизонта бурой лесной кислой почвы в пределах пробных участков зоны кратковременного отдыха «Павлив поток» (Украинские Карпаты)

Пробные участки, №	Плотность (d_v), г/см ³	Плотность твердой фазы (d), г/см ³	Общая пористость (P), %	Водопроницаемость, мм/мин
Нижняя часть троп, 1	1,39±0,05	2,36±0,03	41,10±0,62	0,70±0,33
Верхняя часть троп, 2	1,24±0,03	2,25±0,02	44,89±0,97	0,88±0,52
Нижние края троп, 1а	1,06±0,01	2,14±0,05	50,47±0,91	24,93±3,49
Верхние края троп, 2а	1,05±0,03	2,17±0,08	51,61±0,79	17,35±1,59
Контроль (пихтово-елово-буковый лес)	0,96±0,02	2,10±0,03	57,14±0,52	56,17±5,14

Возрастание плотности почвы приводит к изменению структуры порового пространства, которая зависит от механического состава, содержания органического вещества, деятельности почвенной фауны и степени антропогенного влияния. На исследованных тропах установлено уменьшение общей пористости почти в полтора раза по сравнению с контролем (табл. 2), что может быть обусловлено снижением общего объема наиболее крупных пустот, которые возникают при деятельности почвенной мезофауны, активность которой на тропах уменьшается вследствие уплотнения почвы. Эти пустоты играют особо важную роль в миграции влаги, о чем свидетельствуют полученные нами результаты по водопроницаемости почвы. По сравнению с контролем, в пределах троп водопроницаемость «падает» почти на два порядка, тогда как на краях троп этот показатель уменьшается в два раза (табл. 2). Во время ливневых дождей, характерных для этого горного региона, более 80% осадков не просачивается в почву, а стекает по поверхности почвы и смывает лесную подстилку, что может способствовать овражной эрозии. В связи с полученными результатами касательно физических свойств почв в пределах зоны отдыха, мы считаем, что, наряду с установлением величин плотности и пористости, надо использовать показатель водопроницаемости в качестве одного из важных индикаторов стадий рекреационной нагрузки на почвы.

Изменения физических показателей в гумусово-аккумулятивном горизонте бурых лесных почв на тропах сопровождается уменьшением содержания органического углерода (почти в два раза) и снижением показателей актуальной кислотности на 0,5 ед. рН по сравнению с контролем (табл. 3).

Таблица 3

Физико-химические и биотические свойства 0–5 см слоя гумусово-аккумулятивного горизонта бурой лесной кислой почвы в пределах пробных участков зоны кратковременного отдыха «Павлив поток» (Украинские Карпаты)

Пробные участки, №	С орг., %	рН		Каталаза см ³ O ₂ ·г ⁻¹ за 1 мин.	Уреаза мг аммиака·г ⁻¹ за 24 часа	Продукция С–СО ₂ , мг 100 г ⁻¹ час ⁻¹
		H ₂ O	KCl			
Нижняя часть троп, 1	3,35±0,17	5,38±0,07	4,34±0,08	1,60±0,31	5,34±2,32	3,42±1,57
Верхняя часть троп, 2	3,56±0,08	5,01±0,11	4,10±0,08	1,56±0,30	5,39±1,36	3,98±1,64
Нижние края троп, 1а	5,96±1,07	4,73±0,27	4,07±0,07	2,03±0,52	5,78±3,01	4,79±0,77
Верхние края троп, 2а	6,01±1,41	4,67±0,15	4,08±0,06	2,40±0,70	5,84±2,51	4,00±0,95
Контроль (пихтово-елово-буковый лес)	5,70±0,38	4,86±0,12	4,15±0,05	2,15±0,43	5,55±2,31	4,30±1,26

Эти изменения оказали незначительное влияние на показатели функционирования почвенной биоты, оцениваемые за величиной ферментативной активности. Полученные результаты свидетельствуют, что активность каталазы на тропах по сравнению с контролем снижается на 25% (табл. 3). Это, вероятнее всего, обусловлено возрастанием плотности и снижением общей пористости. Касательно уреазы, которая принимает участие во второй фазе распада азотсодержащих органических соединений почв, прежде всего амидов, в пределах исследованной территории не установлено достоверных отличий в показателях активности фермента между тропами и контролем. Такая же тенденция имеет место и в продуцировании C–CO₂ почвенной биотой (табл. 3). Это может свидетельствовать о том, что степень рекреационного воздействия в пределах исследованной территории еще не оказывает существенного влияния на показатели биотической активности бурых лесных почв.

Выводы

На основании проведенных исследований изучено некоторые показатели влияния рекреационной нагрузки на подстилку и почву экосистемы пихтово-елово-букового леса в пределах зоны кратковременного отдыха «Павлив поток» на территории НПП «Сколевские Бескиды».

Установлено, что рекреационное использование этой территории привело к формированию троп, которые за критериями деградации окружающей среды для туристических маршрутов (ширина троп, наличие подстилки) соответствуют II категории (малоизмененные). В тоже время уменьшение мощности, запасов и изменение фракционного состава подстилки, а также показателей плотности и общей пористости 0–5 см слоя гумусово-аккумулятивного горизонта бурой лесной почвы свидетельствуют о том, что даже на малоизмененных тропах инициируются процессы, которые приводят к значительному снижению водопроницаемости почвы.

Мы считаем, что показатели гидрофизического состояния почвы, прежде всего ее водопроницаемости, должны обязательно использоваться при оценке рекреационного влияния на лесные экосистемы в горных условиях.

Список литературы

1. Рысин, Л. П. Природные аспекты рекреационного использования леса / Л. П. Рысин – М. : Наука, 1987. – 168 с.
2. Карпачевский, Л. О. Структура почвенного покрова в лесных биогеоценозах с высокой рекреационной нагрузкой / Л. О. Карпачевский, Г. В. Морозова, Т. А. Зубкова // Структура почвенного покрова и использование почвенных ресурсов. – М. : Наука, 1978. – С. 47–52.
3. Жижин, Н. П. Рекреативные изменения подстилки в лесах Прикарпаття / Н. П. Жижин, Н. Н. Зеленский // В кн. Роль подстилки в лесных биогеоценозах. – М. : Наука, 1983. – С. 71–73 .
4. Марфенина, О. Е. Последствия рекреационного воздействия на подстилку лесных (еловых) биогеоценозов / О. Е. Марфенина, Н. И. Гончарова, М. С. Розина // Экология. – 1988. – № 2. – С. 7–12.
5. Козловський, М. П. Вплив рекреації на формування та процеси розкладу підстилки в ялицевих дібровах / М. П. Козловський // Науковий вісник. Вип. 17.1. – Львів: УкрДЛТУ. 2007. – С.42–45.
6. Зеленский, Н. Н. Связь прироста древостоя с изменением плотности почвы в рекреационных лесах / Н. Н. Зеленский, Н. П. Жижин // Тез. докл. 3-й Всесоюз. конф. по дендроклиматологии. Архангельск, 1978. – С. 166.
7. Смаглюк, К. К., Исследование рекреационного лесопользования в Карпатах / К. К. Смаглюк, В. И. Середин, А. И. Питикин и др // Рекреационное лесопользование в СССР. – М. : Наука, 1983. – С. 81–95.
8. Марфенина, О. Е. Влияние нормированных рекреационных нагрузок на свойства бурых лесных почв. / О. Е. Марфенина, Е. М. Жевелева, З. А. Зарифова и др. // Вестн. МГУ Сер.17. Почвоведение. – 1984. – № 3. – С. 52–58.
9. Prędkie, R. Przemiany właściwości powietrzno-wodnych gleb w obrębie pieszych szlaków turystycznych Bieszczadzkiego Parku Narodowego / R. Prędkie // Roczniki Bieszczadzkie. – 2000.– 9. – S. 225–236.
10. Марискевич, О. Г. Вплив рекреаційного навантаження на ґрунтовий покрив лісової екосистеми / О.Г. Марискевич, І.М. Шпаківська // Науковий вісник Національного аграрного університету. Лісівництво. – 2001. – 46. – С.34-40.
11. Калущький, І. Ф., Запоточний М. М. Підвищення стійкості природно-заповідних об'єктів до інтенсивних рекреаційних навантажень (на прикладі пам'ятники природи «Скелі Довбуша» // Наукові праці Лісівничої академії наук України: Збірник наукових прац. – Львів: РВВ НЛТУ України. 2012. – Вип. 10. – С. 160–165.

12. Prędko, R. Ocena zniszczeń środowiska przyrodniczego Bieszczadzkiego Parku Narodowego w obrębie pieszych szlaków turystycznych w latach 1995-1999 – porównanie wyników monitoringu / R. Prędko // Roczniki Bieszczadzkie. – 1999. – 8. – S. 343–352.
13. Карпачевский, Л. О. Пестрота почвенного покрова в лесном биогеоценозе / Л.О Карпачевский. – М.: Из-во Моск. ун-та. 1977. – С. 204.
14. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв и грунтов / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина – М. : Высшая школа, 1973. – 399 с.
15. Никитин, Б. А. Определение содержания гумуса в почве / Б. А. Никитин // Агрохимия, 1972. – № 3. – С. 123–125.
16. Anderson, J. P. E. Measurement of bacterial and fungal contribution to respiration of selected agricultural and forest soils / J. P. E. Anderson, K. H. Domsch // Canadian Journal of Microbiology. – 1974. – V. 1, No. 3. – P. 393–395.
17. Хазиев, Ф. Х. Ферментативная активность почв / Ф. Х. Хазиев. – М. : Наука, 1976. – 180 с.
18. Галстян, А. Ш. Унификация методов определения активности ферментов почвы / А. Ш. Галстян // Почвоведение. – 1978. № 2. – С. 107–114.
19. Beck, T., Jorgensen R.G., Kandeler E. et al. An inter-laboratory comparison of ten different ways of measuring soil microbial biomass C // Soil Biol. and Biochem. 1997. – Vol. 29. – N 7. – P. 1023–1032.
20. Голубець, М. А. Загальні закономірності нагромадження фітомаси в смерикових лісах / М. А. Голубець, Л. І. Половників // Біологічна продуктивність смерикових лісів Карпат. – К. : Наук. думка, 1975. – 240 с.
21. Чернобай, Ю. М. Трансформація рослинного детриту в природних екосистемах / Ю. М. Чернобай // Львів: Вид-во ДПМ НАН України, 2000. – С. 132.
22. Щербина, В. Г. Зависимость биомассы лесной подстилки от степени рекреационной уплотненности почвы в субтропических буковых биогеоценозах / В. Г. Щербина // Екологія та ноосферологія. – Т.16 – № 3–4. – 2005. – С. 145–149.
23. Пастернак, П. С. Изменение физических свойств темно-серых лесных почв под влиянием рекреационных нагрузок / П. С. Пастернак, В. И. Бондарь // Лесоводство и агролесомелиорация. К. : 1983. – Вып. 67. – 1–72. – С. 18–23.

O. I. Lenevych, O. G. Maryskevych

THE INFLUENCE OF RECREATIONAL LOADING ON THE BROWN FOREST SOILS NATIONAL NATURE PARK “SKOLIVSKI BESKYDY” (UKRAINIAN CARPATHIANS)

The paper deals with some of the physical, physico-chemical and biotical properties of brown forest soils within the area a short rest in the national park "Skolivski Beskydy" (Ukrainian Carpathians). It is found influence of recreational load on the formation of trails, forest-litter reserves and its fractional composition; density, total porosity and water permeability, as well as some indicators of biotical activity of 0–5 cm layer of brown forest soils. Proposed the use water permeability index to determine the stage of recreational digression in forest ecosystems of mountainous areas.